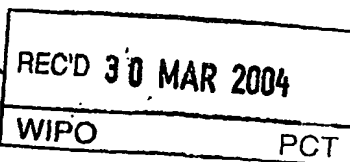


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 15 207.5

Anmeldetag:

03. April 2003

Anmelder/Inhaber:

MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH,
93059 Regensburg/DE

Bezeichnung:

Stufenschalter

IPC:

H 01 F, H 01 H

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 05. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Mark

Stufenschalter

Die Erfindung betrifft einen Stufenschalter vom Typ des Reaktorschalters zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen eines Regeltransformators.

Stufenschalter sind seit Jahrzehnten bekannte Einrichtungen zur Spannungsregelung und Sicherstellung einer hohen Elektroenergiequalität. Ihrer prinzipiellen Wirkungsweise nach lassen sie sich in Reaktorschalter, die Gegenstand der vorliegenden Anmeldung sind, und Widerstandsschnellschalter unterteilen.

Ein Stufenschalter vom Typ eines Reaktorschalters ist z. B. aus den DE-PS 40 11 019 und DE-PS 41 26 824 sowie der Firmenschrift „Load Tap Changer Type RMV-I“ der Reinhausen Manufacturing Inc., Alamo, Tennessee, USA bekannt. Sie weisen zwei von einem Stufenwähler vorwählbare Lastzweige auf, zwischen denen in jeder zu schaltenden Phase ein Schalter, hier eine Vakuumschaltzelle, angeordnet ist. Jede Vakuumschaltzelle ist durch einen Bypasskontakt überbrückbar, der seinerseits wiederum mindestens einen der beiden Lastzweige mit der Lastableitung verbindet. Die Betätigung der Vakuumschaltzellen erfolgt durch jeweils einen Kraftspeicher, der durch die Bewegung einer Antriebswelle aufgezogen wird. Für jede zu schaltende Phase ist räumlich zwischen dem Bypasskontakt und dem Kraftspeicher eine doppelseitige Kurvenscheibe angeordnet, die von der Antriebswelle bei jedem Schaltschritt um 180 Grad gedreht wird. Auf der dem Bypasskontakt zugewandten Seite der doppelseitigen Kurvenscheibe befindet sich dort eine Nut zur Steuerung des Bypasskontaktes und auf der anderen Seite eine weitere Nut zur Steuerung des die Vakuumschaltzellen antreibenden Kraftspeichers. Die Steuerung des Kraftspeichers ist dabei derart, dass er bei jedem Schaltschritt einmal gespannt und dann ausgelöst wird und dabei die Vakuumschaltzellen betätigt. Die Betätigung dieses Stufenschalters erfolgt durch einen Motorantrieb mit einem Elektromotor, der, wird er bei einer vorgesehenen Umschaltung in Betrieb gesetzt, einerseits die Wählerkontakte kontinuierlich betätigt und andererseits über die beschriebene Kurvenscheibe sowohl den Bypasskontakt ebenfalls kontinuierlich betätigt als auch den beschriebenen Kraftspeicher aufzieht. Hat der Kraftspeicher seine Endstellung erreicht, d. h. ist er voll aufgezogen, wird seine bis dahin fixierte Arretierung freigegeben, und er vollzieht eine sprungartige Bewegung, mit der er den Lastumschalter betätigt. In Figur 1 sind die Antriebszüge dieses bekannten Stufenschalters schematisch dargestellt.

Ein weiterer Stufenschalter vom Typ des Reaktorschalters ist aus der DE-PS 197 43 864, in der im Übrigen auch die funktionalen Unterschiede zwischen Reaktorschaltern einerseits und Widerstandsschnellschaltern ausführlich dargestellt sind, bereits bekannt. Bei diesem bekannten Stufenschalter sind in einem Gehäuse für jede Phase feste Wählerkontakte vorgesehen, die von zwei

beweglichen Wählerkontakten beschaltbar sind, weiter sind für jede Phase Vorwählerkontakte vorgesehen. Für jede Phase sind zudem wiederum Bypasskontakte angeordnet, und jeweils eine Vakuumschaltzelle ist mittels eines Kraftspeichers betätigbar. In einem separaten seitlichen Gehäuseteil ist ein einziger Antriebsmechanismus zur Betätigung aller beweglicher Kontakte und aller Vakuumschaltzellen in der entsprechenden Schaltsequenz angeordnet, wobei dieser einzige Antrieb mittels sich durch das Gehäuse erstreckender Isolierwellen auf die einzelnen Bauelemente wirkt. Ein typischer Getriebezug dieses bekannten Stufenschalters ist in Figur 2 dargestellt.

Bei den bekannten Stufenschaltern erfolgt der Antrieb durch einen elektrischen Motorantrieb. Ein solcher Antrieb ist beispielsweise in der WO 98/38661 beschrieben. In einem solchen bekannten Motorantrieb sind alle mechanischen und elektrischen Baugruppen, die zum Antrieb des Stufenschalters erforderlich sind, vereinigt. Wichtige mechanische Baugruppen sind dabei das Lastgetriebe und das Steuergetriebe. Das Lastgetriebe betätigt direkt den Stufenschalter; es weist dazu einen entsprechend dimensionierten Elektromotor auf. Das Steuergetriebe enthält eine Nockenscheibe, die sich bei jeder Umschaltung des Stufenschalters um eine volle Umdrehung dreht. Die Nockenscheibe wiederum weist eine Vielzahl von Schaltnocken zur mechanischen Betätigung zahlreicher Nockenschalter bzw. nockenbetätigter Kontakte auf. Das Steuergetriebe enthält weiterhin Mittel zur Anzeige der Stufenstellung bzw. des Schaltschrittes. Zu den elektrischen Baugruppen im Motorantrieb gehören unterschiedliche Stromkreise. So ist ein Motorstromkreis vorhanden, durch den die Klemmen des elektrischen Antriebsmotors über Motorschütze, Bremsschütze und andere Schaltmittel mit der Stromzuleitung verbunden sind. Weiterhin sind ein Steuerstromkreis und verschiedene Meldestromkreise und Auslösestromkreise für einen Motorschutzschalter vorhanden. Die Steuerung des Motorantriebes selbst erfolgt nach dem Prinzip der Schrittschaltung, d. h. ein Verstellvorgang um einen Schaltschritt wird durch einen einmaligen Steuerimpuls eingeleitet und danach zwangsläufig zu Ende geführt; die Abtriebswelle des Motorantriebes, die mit einer Antriebswelle des Stufenschalters gekuppelt ist, vollführt dabei eine vorab genau festgelegte Anzahl von Umdrehungen. Weiterhin weist der bekannte Motorantrieb, neben anderen Sicherheitseinrichtungen, auch eine Durchlaufschutzeinrichtung auf, die verhindert, dass beim Versagen der beschriebenen Schrittsteuerung der Motorantrieb bis in die Endstellung durchläuft.

Der beschriebene bekannte Motorantrieb hat gemeinsam mit dem nachgelagerten Getriebe, insbesondere dem Maltesergetriebe sowie einem Hebelumlenkgetriebe, eine ganze Reihe von Funktionen im Stufenschalter zu erfüllen:

- Erzeugung eines Rotationsdrehmomentes mit nachfolgender Umsetzung in eine Bewegung für den Feinwähler sowie, getrennt davon, den Vorwähler
- Betätigung der Bypasskontakte
- Aufzug eines Kraftspeichers zur nachfolgenden Betätigung der Vakuumschaltzellen
- Stellungsmeldung

— mechanische Endanschlagsfunktion.

Insgesamt sind sowohl herkömmlicher Motorantrieb als auch nachgelagertes Getriebe kompliziert im Aufbau, teuer in der Fertigung, da notwendigerweise hochgenau, und sie stellen gemeinsam mit dem Kraftspeicher üblicherweise den aufwändigsten Teil des gesamten Stufenschalters dar.

Aufgabe der Erfindung ist es, den prinzipiellen Aufbau von gattungsgemäßen Stufenschaltern, wie er sich seit Jahrzehnten etabliert und im Stand der Technik verfestigt hat, drastisch zu vereinfachen.

Diese Aufgabe wird durch einen Stufenschalter mit den Merkmalen des ersten Patentanspruches gelöst; die Unteransprüche betreffen vorteilhafte mögliche Weiterbildungen und Modifikationen der Erfindung.

Der Erfindung liegt die allgemeine erfinderische Idee zu Grunde, mindestens einen per se bekannten Torque-Motor als Bestandteil des Antriebszuges bzw. -stranges eines Stufenschalters einzusetzen.

Solche Torque-Motoren sind beispielsweise aus der Firmenschrift „Bürstenlose Torque-Motoren“ der Firma ETEL bekannt. Ein solcher bekannter Torque-Motor funktioniert auf der gleichen physikalischen Basis wie ein Linearantrieb, nur dass der hier flach liegende Stator zum Kreis aufgewickelt ist. Ein Torque-Motor ist mithin ein auf hohes Drehmoment optimierter Servoantrieb; moderne Ausführungen sind elektrisch gesehen 3-phasige bürstenlose Synchronmotoren mit Permanenterregung. Sie werden derzeit im Werkzeugmaschinenbau eingesetzt. Es ist bisher noch nicht der Versuch unternommen worden, sie in Stufenschalter zu implementieren oder für den Antrieb eines Stufenschalters prinzipiell nutzbar zu machen.

Zwar gab es in der Vergangenheit bereits den in der DD-Patentschrift 58 131 aus dem Jahre 1967 beschriebenen Versuch, das herkömmliche Antriebskonzept eines Stufenschalters, wie es weiter oben beschrieben worden ist, zu verlassen. Dabei handelte es sich um eine Lösung, bei der ein Stufenwähler aus so vielen hydraulisch betätigten einzelnen Antriebsmodulen gebildet ist, wie Stufen vorgesehen sind, so dass beliebig zwischen einzelnen Wicklungsanzapfungen – nicht nur zwischen benachbarten – geschaltet werden konnte. Diese hydraulische Lösung ist jedoch wegen des hohen Funktionsrisikos, z. B. der Alterungsgefahr der zuführenden Leitungen und Dichtungen, nicht realisiert worden.

Für Schaltgeräte allgemein sind zudem verschiedene andere Antriebsmechanismen vorgeschlagen worden. So betrifft beispielsweise die EP 996 135 einen magnetischen Wanderfeldantrieb für ein Schaltgerät, die WO 99/60591 und WO 00/05735 beschreiben Antriebe nach Art eines Schrittmotors für Schaltgeräte. Auch diese Lösungen sind für Stufenschalter nicht ohne weiteres anwendbar, da sie

keine sprungartigen Bewegungen gestatten und insgesamt problematisch für die Realisierung dynamischer Vorgänge, noch dazu bei tiefen Temperaturen, sind.

Schließlich ist in der WO 01/06528 noch ein kontrollierter Antrieb für ein Schaltgerät vorgeschlagen worden, der jedoch ebenfalls nicht für einen Stufenschalter geeignet ist.

Hinweise auf die erfindungsgemäße Verwendung mindestens eines Torque-Motors an einem Stufenschalter sind allen diesen Bemühungen zur Weiterentwicklung der Antriebstechnik von Schaltgeräten jedoch nicht zu entnehmen.

Erfindungsgemäß kann ein solcher Torque-Motor als Bestandteil eines Stufenschalters an unterschiedlichen Anbauorten vorgesehen werden. Er kann außerhalb des Transformatorraumes angeordnet sein, und zwar oben auf dem Transformator oder auch seitlich am Transformator. Er kann weiterhin auch innerhalb des Transformatorraumes angeordnet sein und dort den Kraftspeicher des Lastumschalters, den Feinwählerantrieb oder auch einen Vorwählerantrieb oder auch mehrere dieser Baugruppen ersetzen.

Die erfindungsgemäße Anwendung eines oder mehrerer Torque-Motoren, wodurch neu strukturierte Positioniereinheiten gebildet werden, hat zahlreiche Vorteile. Zunächst einmal sind weder Kupplung noch separates Getriebe erforderlich, was die Teilezahl erheblich reduziert. Weiterhin wird ein kompakter Aufbau realisiert. Durch die geringen Elastizitäten ergibt sich eine hohe Steifigkeit sowie durch die geringen Massen und das geringe Trägheitsmoment eine hohe Dynamik mit der Möglichkeit, auch sprungartige Bewegungen realisieren zu können und damit einen konventionellen Kraftspeicher überflüssig zu machen. Schließlich ist über eine geeignete Steuerung jeder beliebige Schaltschritt unabhängig vom speziell wirksamen Gegenmoment einprägnant, wodurch z. B. Temperatureinflüsse weitestgehend ausgeschlossen werden können.

Die Erfindung soll nachfolgend an Hand von schematischen Darstellung beispielhaft noch näher erläutert werden.

Es zeigen:

Figuren 1 und 2	bereits erläuterte Antriebszüge bekannter Stufenschalter in schematischer Darstellung
Figuren 3 bis 5	schematische Möglichkeiten der erfindungsgemäßen Anwendung mindestens eines Torque-Motors bei dem ersten bereits erläuterten Stufenschalter
Figur 6	schematische Möglichkeiten der erfindungsgemäßen Anwendung mindestens eines Torque-Motors bei dem zweiten bereits erläuterten Stufenschalter.

In Figur 3 ist in der oberen Hälfte der Darstellung gezeigt, dass hier erfindungsgemäß ein Torque-Motor den bisherigen Motorantrieb ersetzt und direkt auf die Antriebswelle und das Umlenkgetriebe wirkt. Die Antriebswelle ihrerseits betätigt dann in jeder Phase wieder Vorwähler, Feinwähler, Bypasskontakt sowie über den Kraftspeicher (nicht dargestellt) die Vakuumschaltzelle. Im unteren Teil dieser Figur ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung schematisch dargestellt, in der ein Torque-Motor in jeder Phase jeweils eine neue Positioniereinheit, die auch das bisherige Umlenkgetriebe mit umfasst, bildet.

In Figur 4 sind weitere Ausführungsformen der Erfindung wiederum schematisch dargestellt. Im oberen Teil ist gezeigt, dass in jeder Phase ein erster Torque-Motor mittels eines Getriebes gleichzeitig Vorwähler und Feinwähler betätigt und jeweils ein zweiter Torque-Motor den Bypasskontakt sowie – wiederum durch den aufziehbaren Kraftspeicher – die Vakuumschaltzelle betätigt. In der unteren Darstellung dieser Figur 4 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung dargestellt, die in jeder Phase insgesamt drei solcher Torque-Motoren aufweist, die gemeinsam mit dem entsprechenden Getriebe eine eigenständige Positioniereinheit bilden und direkt jeweils auf den Vorwähler oder den Feinwähler oder sowohl den Bypassschalter als auch den Kraftspeicher der Vakuumschaltzelle wirken.

In Figur 5 ist dann eine nochmals modifizierte Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Bei dieser Ausführungsform ist die bisher zugrunde gelegte Zuordnung der einzelnen Bauelemente zu jeweils zu schaltenden Phasen aufgelöst. Ein erster Torque-Motor betätigt hier die Vorwähler aller drei Phasen, ein zweiter Torque-Motor die Feinwähler aller zwei Phasen und ein dritter Torque-Motor sowohl die Bypasskontakte als auch die Kraftspeicher und damit Vakuumschaltzellen aller drei Phasen.

In Figur 6 sind in derselben schematischen Darstellungsart mögliche Ausführungsformen der Erfindung bei einem weiteren bekannten gattungsgemäßen Stufenschalter, dessen bekannter Getriebezug nach dem Stand der Technik in Figur 2 dargestellt und bereits erläutert wurde, gezeigt. Die obere Darstellung in Figur 6 zeigt eine Ausführung, in der ein einziger Torque-Motor jeweils über zwischengeschaltete Getriebe den Vorwähler, den Feinwähler und gleichzeitig Bypasskontakt und Vakuumschaltzelle, wiederum über einen Kraftspeicher, betätigt. Die darunter liegende, mittlere Darstellung zeigt eine Ausführungsform, bei der in jeder Phase zwei solche Torque-Motoren vorgesehen sind. Einer davon betätigt sowohl Vorwähler als auch Feinwähler, der andere sowohl Bypasskontakt als auch Kraftspeicher der Vakuumschaltzelle. Schließlich ist ganz unten eine weitere Variante gezeigt, bei der in jeder Phase drei Torque-Motoren zur Betätigung vorgesehen sind: Einer für den Vorwähler, einer für den Feinwähler, einer für den Bypasskontakt und den Kraftspeicher der Vakuumschaltzelle. Auch hier ist es möglich, die phasenweise Anordnung aufzulösen und bei allen gezeigten Anordnungen in Figur 6 die Betätigungen der einzelnen beschriebenen Bauelemente gleichzeitig für alle drei Phasen von der jeweiligen Positioniereinheit vorzunehmen.

Patentansprüche:

1. Stufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen eines Stufentransformators nach dem Prinzip eines Reaktorschalters, bestehend aus einem Feinwähler mit zwei Lastzweigen, zwischen denen in jeder zu schaltenden Phase eine Vakuumschaltzelle angeordnet ist, bestehend aus einem Vorwähler, bestehend aus einem Bypasskontakt, der jeweils die Vakuumschaltzelle überbrückt und durch den seinerseits wiederum mindestens einer der beiden Lastzweige mit der Lastableitung verbindbar ist sowie einem Kraftspeicher, der die jeweilige Vakuumschaltzelle betätigt, wobei ein einziger Antrieb vorgesehen ist, der mittels verschiedener Getriebe und durch Antriebswellen alle genannten Bauteile betätigt, **dadurch gekennzeichnet,** dass als Antrieb mindestens ein Torque-Motor vorgesehen ist.

2. Stufenschalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass der mindestens eine Torque-Motor alle Antriebswellen betätigt.

3. Stufenschalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass drei getrennte Torque-Motoren derart angeordnet sind, dass jeder von ihnen die Bauteile einer Phase, nämlich Vorwähler, Feinwähler, Bypasskontakt und Kraftspeicher der zugeordneten Vakuumschaltzelle, betätigen.

4. Stufenschalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass für jede Phase zwei separate Torque-Motoren vorgesehen sind, von denen einer Vorwähler und Feinwähler betätigt und der andere Bypasskontakt und Kraftspeicher der Vakuumschaltzelle betätigt.

5. Stufenschalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass für jede Phase drei separate Torque-Motoren vorgesehen sind, von denen jeweils einer den Vorwähler, einer den Feinwähler und einer sowohl den Bypasskontakt als auch den Kraftspeicher der Vakuumschaltzelle betätigt.

6. Stufenschalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

dass insgesamt drei separate Torque-Motoren vorgesehen sind, von denen einer die Vorwähler aller drei Phasen betätigt, ein anderer die Feinwähler aller drei Phasen betätigt und der dritte sowohl die Bypasskontakte als auch die Kraftspeicher der Vakuumschaltzellen aller drei Phasen betätigt.

Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft einen Stufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen eines Stufentransformators, wobei ein Torque-Motor an Stelle des bisherigen Motorantriebes in Verbindung mit verschiedenen Getriebeausbildungen unterschiedlichster Antriebsfunktionen für die einzelnen Baugruppen übernimmt.

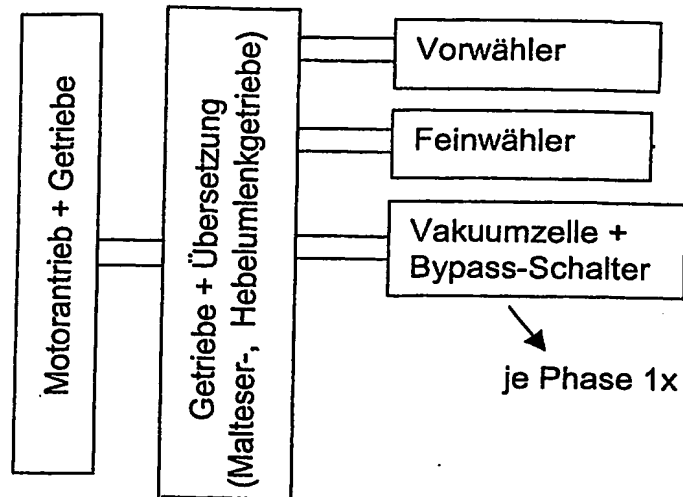


Fig. 1

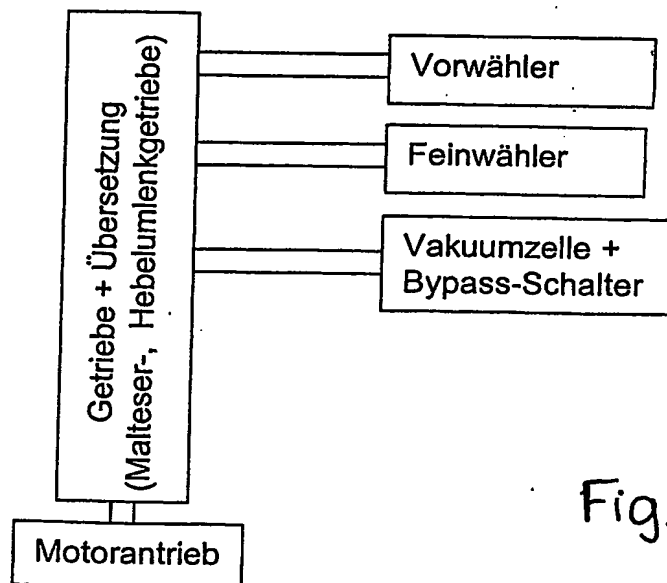


Fig. 2

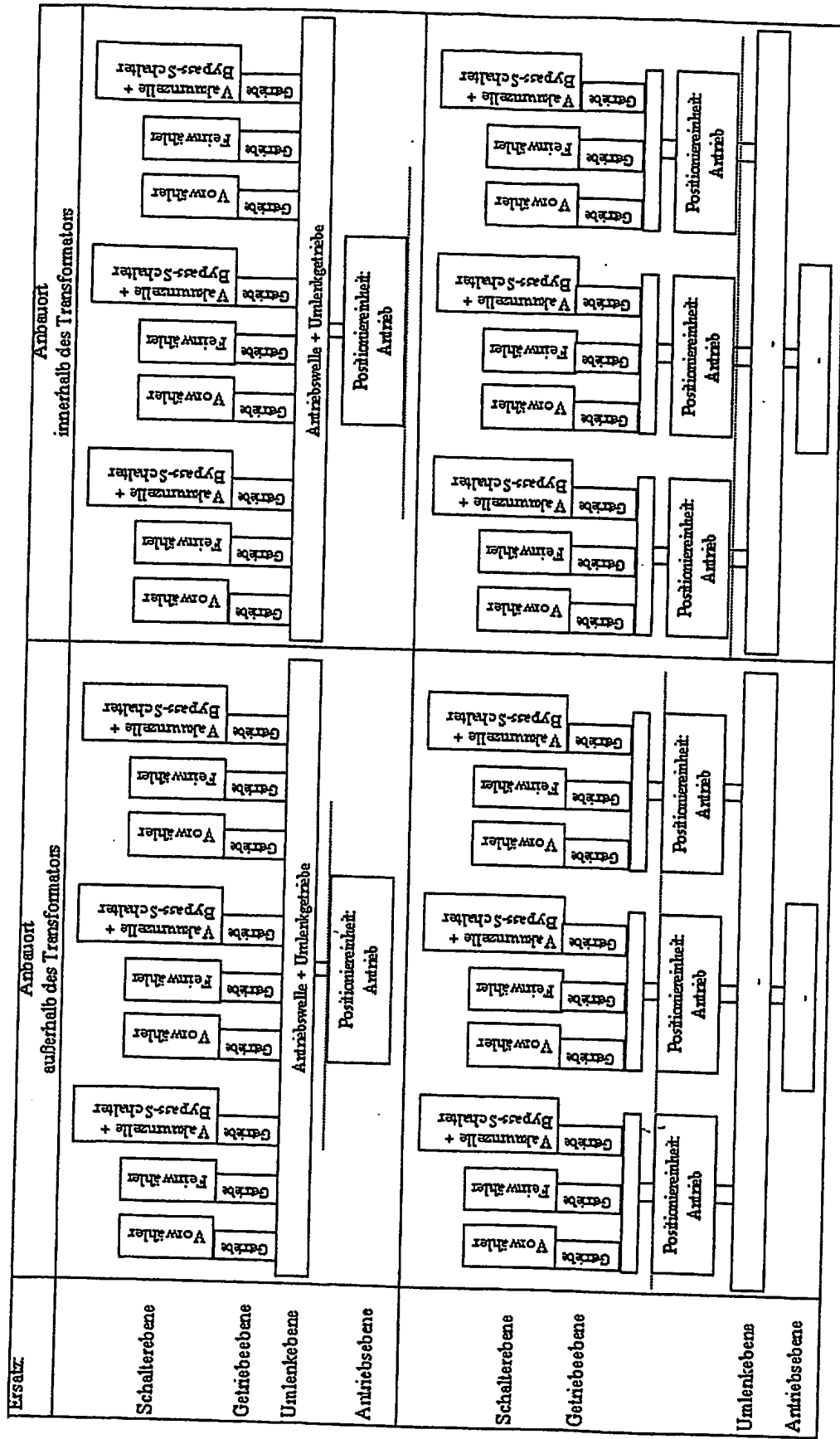
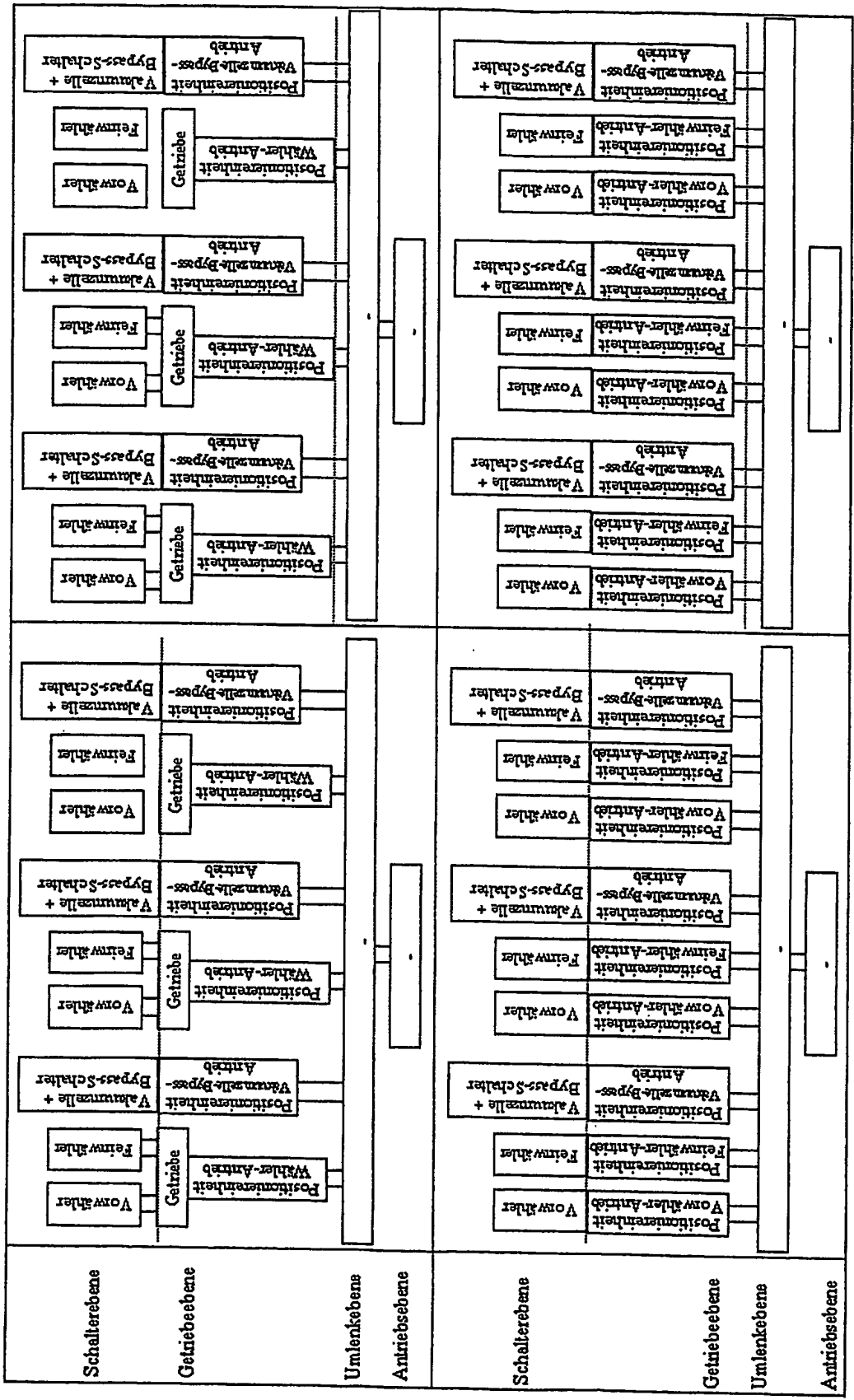


Fig. 3

Fig. 4



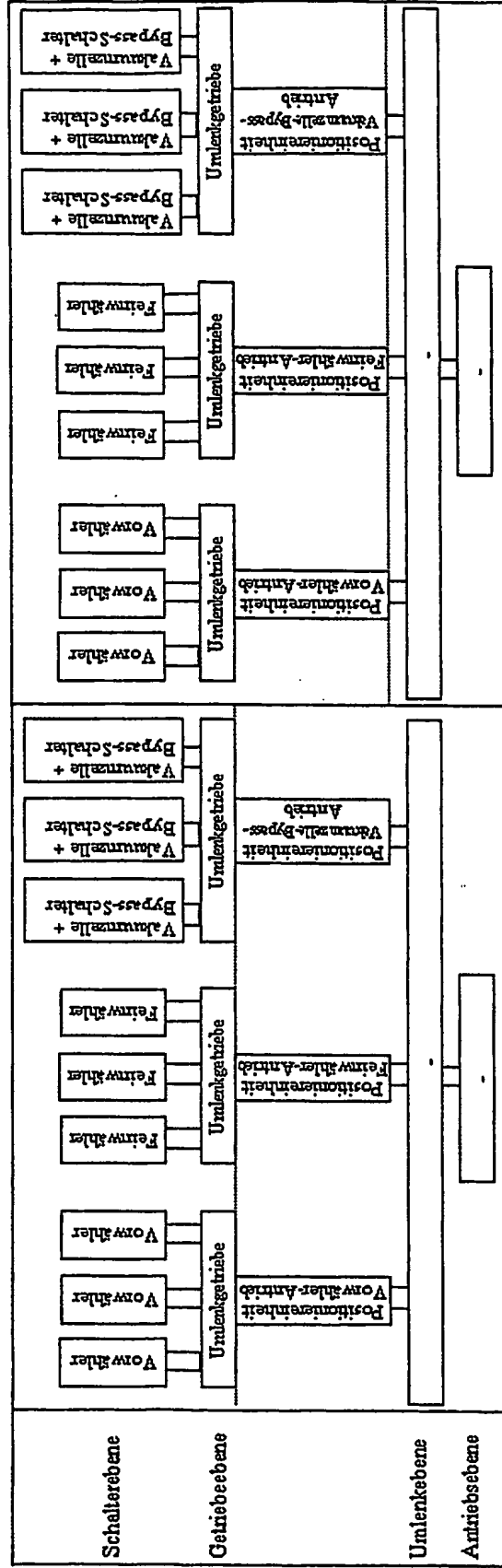


Fig. 5

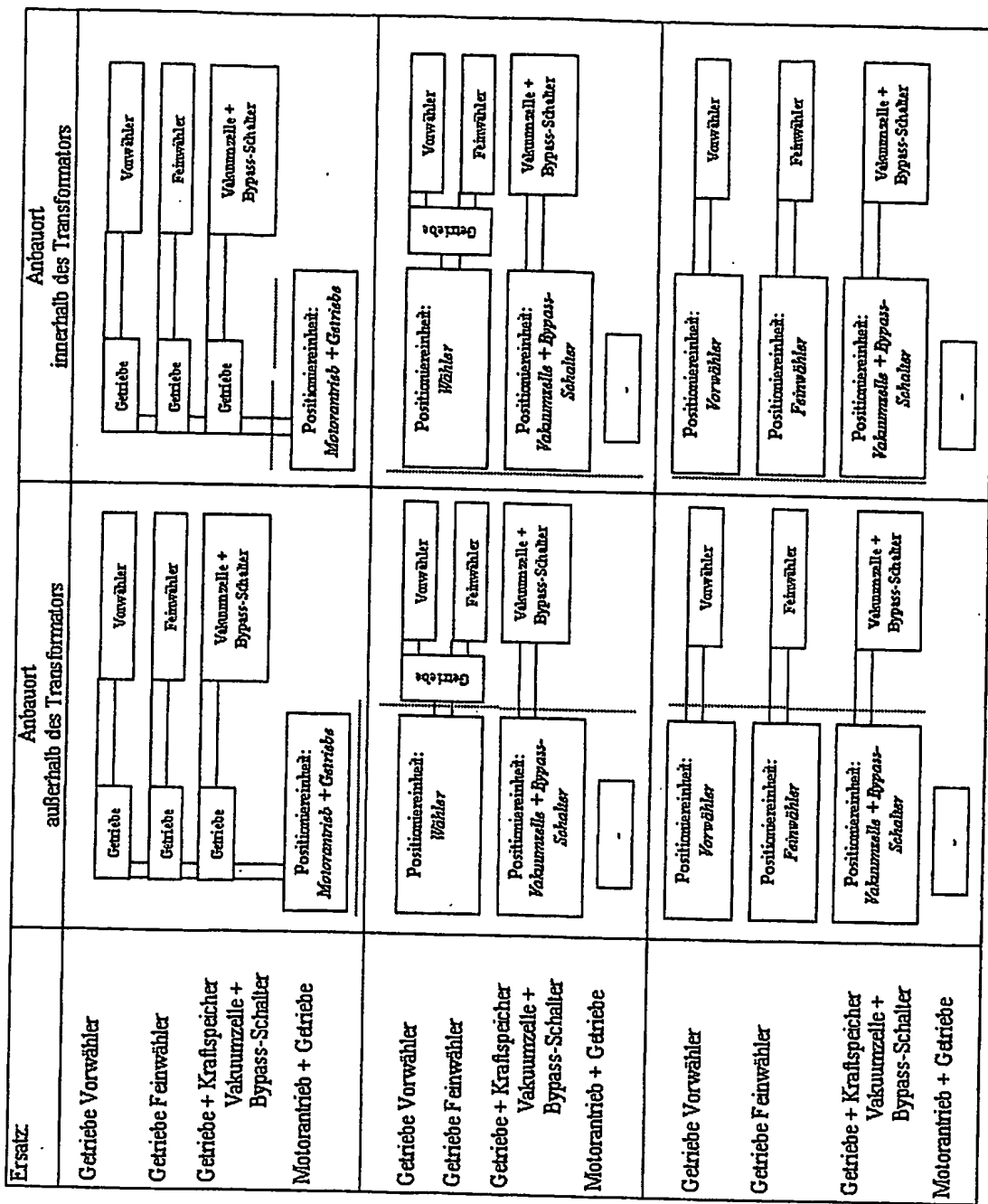


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.